

(#1)

EINRICHTUNG ZUR UEBERWACHUNG DES ZUSTANDES VON SCHUETT- ODER FLIESSFAEHIGEM MATERIAL

Publication number: DE2515981

Publication date: 1976-10-14

Inventor: BRAUN HARTMUT DIPL CHEM DR; RIFFEL FRITZ;
HARTUNG WALTER DIPL ING DR

Applicant: KERNFORSCHUNG GMBH GES FUER

Classification:

- **international:** **G01N23/22; G01N23/222; G01N23/22;** (IPC1-7):
G01N23/00; G01N33/24

- **European:** G01N23/22D; G01N23/222

Application number: DE19752515981 19750412

Priority number(s): DE19752515981 19750412

[Report a data error here](#)

Abstract not available for DE2515981

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



⑪

Offenlegungsschrift 25 15 981

⑫

Aktenzeichen:

P 25 15 981.3-52

⑬

Anmeldetag:

12. 4. 75

⑭

Offenlegungstag:

14. 10. 76

⑮

Unionspriorität:

⑯ ⑰ ⑱

⑥

Bezeichnung:

Einrichtung zur Überwachung des Zustandes von schütt- oder fließfähigem Material

⑦

Anmelder:

Gesellschaft für Kernforschung mbH, 7500 Karlsruhe

⑧

Erfinder:

Braun, Hartmut, Dipl.-Chem. Dr., 7500 Karlsruhe; Riffel, Fritz, 7523 Graben-Neudorf; Hartung, Walter, Dipl.-Ing. Dr., 6700 Ludwigshafen

Prüfungsantrag gem. § 28 b PatG ist gestellt

Einrichtung zur Überwachung des Zustandes von schütt- oder fließ-
fähigem Material

Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zur Überwachung des Zustandes von schütt- oder fließfähigem Material.

Es ist eine Frage der Wirtschaftlichkeit und des Umweltschutzes, wenn z.B. Kornsand wiederholt verwendet werden soll, und er nicht, wie bisher, auf Halden geschüttet wird. Vor seiner Wiederverwendung muß der Altsand jedoch regeneriert, d.h. von alten Bentonit-Zusätzen gereinigt werden. Die Qualität der Regenerierung muß dazu ständig überwacht werden, um den Prozeß optimal fahren zu können. Durch Zugabe von frischem Bentonit erhält der Neusand seine formgebenden Eigenschaften.

Der wesentliche Bestandteil des Bentonits ist Montmorillonit $\text{Al}_2(\text{Si}_4\text{O}_{10})(\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, der sich durch besonders große Quellbarkeit und Verteilungsfähigkeit auszeichnet. Der Aluminiumgehalt (ca. 10 %) legt es nahe, den fortschreitenden Regenerierungsprozeß über eine Al-Analyse zu überwachen. Es sollte dabei

etwa alle 15 Minuten ein Analysenwert vorliegen, so daß das Analyseverfahren quasikontinuierlich abläuft. Die Probenmenge muß weiterhin repräsentativ genug sein (einige kg je Messung), um Fehler bei der Probennahme gering zu halten. Der interessierende Konzentrationsbereich liegt zwischen 1 und 10 % Bentonit (entsprechend 0,1 und 1 % Al). Die Temperatur des Sandes liegt oberhalb 100° C.

Es ist noch nicht bekannt, für on-line-Analysenverfahren von Feststoffen in der industriellen Prozeßkontrolle die Neutronen-Aktivierungsanalyse mit einer 252Cf-Neutronenquelle zu benutzen. Nach dieser Methode können die Konzentrationen bestimmter Komponenten im Materialstrom bestimmt und Prozesse entsprechend gesteuert werden. Sie arbeitet dabei zerstörungsfrei und durch Rohrwände hindurch, so daß keine Eingriffe in den Produktstrom notwendig sind. Aluminium ist für die Prozeßanalyse sehr gut geeignet, da das Radionuklid Al-28 eine kurze Halbwertszeit von 2,3 Min. und eine relativ hohe Gammaenergie von 1,78 MeV besitzt.

Die Aufgabe der Erfindung besteht nunmehr darin, eine Einrichtung für die Durchführung eines solchen on-line-Aktivierungsverfahrens zur Kontrolle der Regenerierung von schütt- oder fließfähigem Material, wie z.B. Formsand zu bieten.

Die Lösung dieser Aufgabe ist erfindungsgemäß gekennzeichnet durch eine Dosierhohlkugel zur Einstellung einer repräsentativen Probenmenge auf konstantes Volumen, durch eine Bestrahlungshohlkugel mit einer zentral angeordneten Bestrahlungsquelle zur homogenen Aktivierung der Probenmenge aus der Dosierhohlkugel und durch eine Meßhohlkugel mit einem Detektor zur Aufnahme der Aktivität der bestrahlten Probenmenge aus der Dosierhohlkugel. Dabei können in vorteilhafter Weise die Dosierhohlkugel, die Bestrahlungshohlkugel und die Meßhohlkugel derart übereinander angeordnet sein, daß der die Probenmenge bildende Formsand im freien Fall nach Betätigung von Öffnungsmechanismen bewegbar ist.

Eine Weiterbildung der erfindungsgemäßen Einrichtung ist dadurch gekennzeichnet, daß die Dosier-, Bestrahlungs- und Meßhohlkugel in einem oder mehreren Teilführungsrohren übereinander aufgehängt sind und Klappen als Öffnungsmechanismen aufweisen.

Eine Ausbildungsform der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der Dosier- und Bestrahlungshohlkugel sowie zwischen der Bestrahlungs- und Meßhohlkugel Abschirmungen derart im Rohr befestigt sind, daß sowohl keine Strahlung direkt von der Bestrahlungshohlkugel zur Dosier- und Meßhohlkugel gelangt, als auch der Formsand vollständig von der Dosier- in die Bestrahlungshohlkugel und von dort in die Meßhohlkugel gelangt. Dabei können in einer bevorzugten Ausführungsform die Abschirmungen im Rohr angeordnete Axialzylinder mit den Klappen zugewandter Spitze und daran anschließenden Zylindern mit größeren Außendurchmessern als die Axialzylinder sein, die Zentralbohrungen aufweisen, deren Austrittsenden den Axialzylindern gegenüberstehen und zumindest zum Teil trichterförmig ausgebildet sind.

Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, daß die Klappen Kugelsegmente sind, die über Drehachsen von außerhalb des Rohres schwenkbar sind und Öffnungen an den tiefsten Stellen der Dosier-, Bestrahlungs- und Meßhohlkugel verschließen bzw. freigeben.

Ein besonderes Merkmal einer Ausführungsart der erfindungsgemäßen Einrichtung ist dadurch gekennzeichnet, daß die Dosier- und die Bestrahlungshohlkugel eine zentral angeordnete Innenkugel aufweisen, wobei die Innenkugel der Bestrahlungshohlkugel die Bestrahlungsquelle und eine weitere Abschirmung aufnimmt. Weiterhin kann die Meßhohlkugel nur zum Teil kugelförmig und zum anderen Teil zylinderförmig ausgebildet sein.

Diese erfindungsgemäße Einrichtung bietet somit den besonderen Vorteil, daß quasikontinuierlich spätestens alle 5 Min. ein Analysenwert geliefert wird, so daß direkt in den Regenerierungsprozeß eingegriffen werden kann.

- 4 -

Die Erfindung wird im folgenden anhand eines Ausführungsbeispiels mittels der Figur bzw. den Teilfiguren Fig. 1 und die diese fortsetzende Fig. 2 näher erläutert.

Die Figur bzw. die Teilfiguren stellen einen Schnitt durch eine Einrichtung dar, mit der ein Verfahren zur Untersuchung der unterschiedlichen Bentonit-Gehalte im Formsand über eine Analyse von Al_2O_3 durch Neutronenaktivierung mit Cf-252 bestimmt werden kann. Die Anlage 1 ist aus Einzelteilen zusammengesetzt. Das sind hauptsächlich Führungsrohre 2 - 7 und Kugelböden 8 - 10 für den Dosier-, Bestrahlungs- und Meßteil. Die wichtigsten Teile sind die Hohlkugeln 8, 9 und 10, wobei die Meßhohlkugel 10 nur in ihrem unteren Teil kugelförmig und im restlichen Teil zylinderförmig ausgebildet ist. Dies hat seinen Grund darin, daß der Detektor 11 selbst eine Zylinderform aufweist.

Die Hohlkugeln 8, 9 sind aus Halbkugelböden zusammengesetzt und über die Ringe 12 und 13 an den Innenwänden der Teile 2 und 4 befestigt. Sie weisen jeweils eine obere und untere Öffnung 14, 15 bzw. 16 und 17 auf.

Im Innern der beiden Hohlkugeln 8 und 9 sind zentral die inneren Kugeln 18 und 19 mittels der Halterungen 20 und 21 (Rohre) befestigt. Den oberen Öffnungen 14 und 15 gegenüber sitzt auf jeweils der inneren Hohlkugel 18 und 19 eine Kegelkappe 22 und 23. Sie sorgt dafür, daß der durch die oberen Öffnungen 14 bzw. 15 eindringende Sand sich auf das Innenvolumen 24 und 25 verteilt, wobei beide Innenvolumen 24 und 25 gleich groß sind. Die unteren Öffnungen 16 und 17 der Kugeln 8 und 9 sind über die Kugelsegmentböden 26 und 27 verschließbar. Die Kugelsegmentböden selbst sind an den Haltern 28 und 29 und über diese an den Wellen 30 bis 33 schwenkbar befestigt. Die Wellen 30 bis 33 sind über Kugellager an den Halterungen 34 - 37 an den Zylindern 2 bzw. 4 gehalten. Die Wellen 31 bzw. 33 werden von den Motoren 38 und 39 angetrieben.

Während die innere Hohlkugel 18 der Dosierhohlkugel 8 leer ist, ist in der Innenkugel 19 der Bestrahlungshohlkugel 9 in einem Eisenkern 40 die Cf-252-Quelle 41 zentrisch angebracht. Diese Quelle 41 kann bei etwaigen Reparaturen mittels einer Stange 42 herausgeschraubt werden, wobei die Stange 42 durch die Welle 32 und die Halterung 21 für die innere Kugel 19 hindurchgeschoben werden kann. Um den Eisenkern 40 herum befindet sich pulverförmiges ZrH_2 (die weitere Abschirmung dient zur Thermalisierung der ursprünglich schnellen Neutronen, um die Reaktion $^{28}\text{Si}(n,p)^{28}\text{Al}$, die zum gleichen Radionuklid führt, zu unterdrücken) als innerer Moderator 43, der von der inneren Hohlkugel 19 gehalten wird. Der Hohlraum 25 zwischen innerer und äußerer Hohlkugel 19 und 9 wird zum Bestrahlen mit Sand gefüllt.

Die Dosierhohlkugel 8 und die Bestrahlungshohlkugel 9 sowie die Meßhohlkugel 10 sind derart übereinander angeordnet, daß der Sand mit Hilfe der äußeren Führungsrohre 2 - 7 und inneren Führungsrohren 44 - 48 von einer Kugel in die andere fällt, wobei er abwechselnd im Zentrum und an der Peripherie entlanggeleitet wird. Die Hohlräume der als Axialzylinder ausgebildeten Führungsrohre 44, 47 und 48 sind zur Moderation der Neutronen und zur Abschirmung mit Graphitformteilen 49 - 51 und Bleiformteilen 62 - 65 bestückt. Ähnliches gilt für den Zwischenraum 66 zwischen dem Führungsrohr 45 und dem Außenrohr 4 sowie dem Führungsrohr 46 und dem Außenrohr 4 bzw. 5. Hier ist der Zwischenraum 66 und 67 mit den Graphitteilen 68, 69 und dem Bleiformteil 70 ausgefüllt (das ZrH_2 bzw. der Graphit wird deshalb benutzt, weil der Sand heiß ist; sonst wären Paraffin oder Polyäthylen besser und billiger). Die Führungsrohre 45 und 46 selbst sind als Trichter ausgebildet, wobei der Trichter 71 des Führungsrohres 45 der unteren Abschlußseite 72 der Abschirmung 44, 49 gegenübersteht und sie teilweise noch umgibt. Der Trichterhals 73 endet an der oberen Öffnung 15 der Bestrahlungshohlkugel 9. Das Führungsrohr 46 ist als Doppeltichter ausgebildet, wobei der obere Trichter 74 den unteren Teil

2313301
- 6 -
der Bestrahlungshohlkugel 9, und zumindest deren untere Auslaß-
öffnung 17, umgibt und der untere Trichter 75 über dem als
Spitze 76 ausgebildeten oberen Ende der Abschirmung 50 steht. Die
Axialzylinder 44, 47 und 48 sind mittels Distanzrippen 77 - 79
gegenüber den äußeren Rohren 2 - 7 zentrisch gehalten.

An der oberen Öffnung 14 der Dosierhohlkugel 8 ist ein nach außen
gerichteter Trichter 80 angeschweißt. Über ihm befindet sich der
Hals 81 des Einlauftrichters 82 für den abzufüllenden Formsand.
Der Hals 81 bzw. der Einlauftrichter 82 ist verschließbar mittels
des Kugelsegmentbodens 83, der über die Halterung 84 an den Wellen
85 und 86 befestigt und mittels des Motors 87 über die Lagerung
88, 89 und die Halterung 90 und 91 schwenkbar ist. Der Einlauf-
trichter 82 ist ebenfalls im Rohr 2 befestigt.

Der Außendurchmesser des Rohres 7 ist etwas geringer bemessen als
der der Rohre 2 - 6. Daraus ergibt sich eine Verjüngung zwischen
dem Rohr 6 und 7 mit den Schrägflächen 92 und 93. Dies hat, wie
bereits erwähnt, seinen Grund in der zylindrischen Form des De-
tektors 11. Dieser ist in der Meßhohlkugel 10 zentral angeordnet.
Jedoch ist nur der untere Teil 94 als Halbhohlkugel ausgebildet
und der obere Teil 95 als Zylinder. Das Volumen 96, welches den
Detektor 11 umgibt, ist jedoch genau so groß wie das Volumen 24
und das Volumen 25 der Dosierhohlkugel bzw. der Bestrahlungshohl-
kugel. Nach innen wird dieses Volumen 96 abgeschlossen durch den
Behälter 97, der ähnlich wie die Meßhohlkugel 10 z.T. als Zylinder
und z.T. als Halbkugel geformt ist. Der innere Behälter 97 ist über
die Halterung 98 an der Messhohlkugel 10 bzw. 94, 95 zentriert.
Die untere Halbhohlkugel 94 besitzt eine Auslaßöffnung 99, welche
wieder über einen Kugelsegmentboden 100 verschließbar ist. Dieser
Kugelsegmentboden 100 ist mittels der Halterung 101 an den Wellen
102 und 103 befestigt. Diese wiederum sind kugelgelagert an den
Halterungen 104 und 105 und können von dem Motor 106 angetrieben
werden.

Das Meßsystem besteht aus einem Natriumjodid(Tl)-Detektor, Hochspannungseinheit, Vorverstärker, Verstärker, Stabilisator, Einkanalanalysator, Zähler/Timer und der Spannungsversorgung. Dieser Detektor 11 ist ein robustes Nachweisgerät für Gammastrahlung. Er ist gegen hohe Temperaturen mittels der Wasserkühlung 107 von außerhalb der Meßhohlkugel 10 kühlbar. Die nicht näher dargestellten elektronischen Zusatzgeräte, wie Vorverstärker und Verstärker, dienen zum Verstärken der aus dem Detektor 11 kommenden, der Energie der Gamma-Strahlung proportionalen Spannungsimpulse. Obwohl im gemessenen Gamma-Spektrum außer der Gamma-Linie des Al-28 bei 1,78 KeV keine weiteren Peaks zu sehen sind, wird aus Gründen der Genauigkeit der Gamma-Peak des Al-28 ausgeblendet, was mit Hilfe des nicht näher dargestellten Einkanalanalysators geschehen kann. Es wird dann nur die dem Al-28 entsprechende Aktivität an den Zähler weitergegeben. Der ebenfalls nicht näher dargestellte Stabilisator ist bei Langzeitmessungen erforderlich, um ein etwaiges Driften der Elektronik zu kompensieren. Der ebenfalls nicht näher dargestellte Zähler/Timer wird vom Steuersystem gestartet und beendet die Messung selbständig nach der eingestellten Meßzeit. Die akkumulierten Impulszahlen werden angezeigt und können über einen Drucker (nicht näher dargestellt) ausgegeben werden. Sie sind der Al-Konzentration direkt proportional.

Die erwähnten Schwenkmotore 38, 39, 87 und 106 zum Öffnen und Schließen der Klappen 26, 27, 83 und 100 werden über eine ebenfalls nicht näher dargestellte Steuereinheit betätigt. Diese besteht aus einer von der Netzfrequenz abgeleiteten Zählhaltung, die auf die Dauer der Zyklusteile "Bestrahlen" und "Dosieren/Messen" fest eingestellt ist. Die Klappensteuerung geschieht fortlaufend u. automatisch.

Alle Schrägen, der Trichter 82, die Kegelkappe 22, das als Kegel ausgebildete obere Ende 108 des Axialzylinders 44, der Trichter 71, die Kegelkappe 23, die Zylinder 74 und 75, das als Kegelspitze ausgebildete obere Ende 76 der Abschirmung 47 und die Schrägen

92 und 93 haben eine Neigung von 45° , damit ein sicheres Abrieseln des Sandes gewährleistet wird. Die Länge des Gesamtrohres 2 - 7 ergibt sich aus der notwendigen Abschirmung an der oberen Eingabe mit dem Einlauftrichter 82 und dem Detektor 11 gegenüber den Neutronen und der Gamma-Strahlung aus der Cf-Quelle 41 in der Bestrahlungshohlkugel 9. Um das gesamte Rohr 2 - 7 und dessen Haltegestell 109 ist eine nicht näher dargestellte Zusatzabschirmung aus Graphitsteinen aufgebaut (ca. 30 cm), die durch 20 cm Paraffinsteine mit Borsäurezusatz nach außen abgeschlossen wird. Der aktivierte Sand selbst braucht nicht abgeschirmt zu werden.

Das Funktionsschema des Dosier-, Bestrahlungs- und Meßvorgangs ist derart, daß zuerst eine repräsentative Probenmenge in der Dosierhohlkugel 8 auf konstantes Volumen eingestellt wird. Nach Abschließen des Vorratsbehälters 110, der durch Abstreifen eines Teils des Sandes aus dem Produktstrom bedient wird, und insbesondere des Halses 81 mit der Klappe 83 und Öffnen der Klappe 26 fällt die Sandprobe durch den Zwischenraum 111 und den Trichter 45 in den Innenraum 25 der Bestrahlungshohlkugel 9. Die Klappe 27 der Bestrahlungshohlkugel 9 ist dabei geschlossen. In der Mitte befindet sich die Cf-252-Quelle 41. Nach einer vorgewählten Zeit, der Bestrahlungszeit, öffnet sich die Klappe 27 (was mit einer automatischen, nicht näher dargestellten Steuerung erfolgt), wodurch die Probe durch den Trichter 46 und den Zwischenraum 112 zwischen den Rohren 46 und 47 bzw. 48 in die Meßhohlkugel 10 gleitet. Die Klappe 100 der Meßhohlkugel 10 ist geschlossen. Gleichzeitig öffnet sich wiederum die Klappe 83 über der Dosierhohlkugel und schließt sich die Klappe 26 der Dosierhohlkugel 8. Das Meßsystem mit dem Detektor 11 zur Aufnahme der Gamma-Aktivität des Al-28 wird nach einer einstellbaren Verzögerung gestartet. Nach einer vorgewählten Zeit, der Meßzeit, öffnet sich dann die Klappe 100 der Meßhohlkugel 10. Gleichzeitig öffnet sich wiederum die Klappe 26 und schließen die Klappen 83 und 27. Wegen der geringen Gesamtaktivität des Sandes kann dieser gefahrlos wieder in den Produkt-

strom geleitet werden. Kommen Formsande unterschiedlicher Dichte zum Einsatz, wird der Sand nach der Ausmessung in der Meßhohlkugel 10 in einer Behälterwaage (nicht näher dargestellt), deren Klappe mit den Klappen 83 und 27 synchron läuft, gewogen. Über das Gewicht kann die Dichte rechnerisch korrigiert werden. Mit einem Zusatzschalter kann der Zyklus unterbrochen werden. Dabei schließt die Klappe 83 des Vorratsbehälters 110, während sich alle übrigen Klappen 26, 27 und 100 öffnen, wodurch sich die Anlage 1 vollkommen entleert. Das kann bei heißem Formsand z.B. notwendig werden, wenn die Kühlung 107 des Detektors 11 ausfällt. Die Kühlwasserleitung ist also mit diesem nicht näher dargestellten Schalter zu koppeln.

Das Radionuklid Cf-252 der Bestrahlungsquelle 41 ist als Cf_2O_3 -Cermet dreifach gekapselt. Es zählt in dieser Form zu den umschlossenen radioaktiven Stoffen. Es ist zusätzlich in dem Eisenkern 40 eingeschraubt, der zusammen mit ZrH_2 als Moderator 43 in der inneren Kugel 19 eingeschweißt ist. Die Cf-Quelle 41, welche zusätzlich mittels der Abschirmungen 113 und 114 im inneren Halterungsrohr 21 gegenüber der Umgebung abgeschlossen ist, hat eine Aktivität von 54 mCi (100 ug). Sie sendet Neutronen und Gamma-Strahlung aus. Gegen Neutronen schützt das Material aus Paraffin oder Graphit, gegen die Gamma-Strahlung das schwere Material wie Blei oder Eisen.

Bei der Neutronenaktivierung von Formsand entsteht das Radionuklid Al-28, das in der vorliegenden Form zu den offenen radioaktiven Stoffen zu rechnen ist. Eine Berechnung der Aktivität zeigte, daß die erzeugte Aktivität vernachlässigbar klein ist. Seine Aktivität beträgt ca. 0,05 uCi unmittelbar nach Bestrahlungsende. Die Aktivität des Al-28 klingt mit einer Halbwertszeit von 2,3 Min. ab und ist nach 20 Min. praktisch nicht mehr vorhanden.

Patentansprüche:

1. Einrichtung zur Überwachung des Zustandes von schütt- oder fließfähigem Material, gekennzeichnet durch eine Dosierhohlkugel (8) zur Einstellung einer repräsentativen Probenmenge auf konstantes Volumen, durch eine Bestrahlungshohlkugel (9) mit einer zentral angeordneten Bestrahlungsquelle (41) zur homogenen Aktivierung der Probenmenge aus der Dosierhohlkugel (8) und durch eine Meßhohlkugel (10) mit einem Detektor (11) zur Aufnahme der Aktivität der bestrahlten Probenmenge aus der Dosierhohlkugel (8).
2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Dosier- Bestrahlungs- und Meßhohlkugel derart übereinander angeordnet sind, daß der die Probenmenge bildende Formsand im freien Fall nach Betätigung von Öffnungsmechanismen (26, 27 und 100) bewegbar ist.
3. Einrichtung nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Dosier-, Bestrahlungs- und Meßhohlkugel in einem oder mehreren Teilführungsrohren (2 bis 7) übereinander aufgehängt sind und Klappen (26, 27 und 100) als Öffnungsmechanismen aufweisen.
4. Einrichtung nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der Dosier- und Bestrahlungshohlkugel (8 und 9) sowie zwischen der Bestrahlungs- und Meßhohlkugel (9 und 10) Abschirmungen (49 bis 51, 62 bis 70) derart im Rohr (2 bis 7) befestigt sind, daß sowohl keine Strahlung direkt von der Bestrahlungshohlkugel (9) zur Dosier- und Meßhohlkugel (8 und 10), als auch der Formsand vollständig von der Dosier- in die Bestrahlungshohlkugel (8 und 9) und von dort in die Meßhohlkugel (10) gelangt.

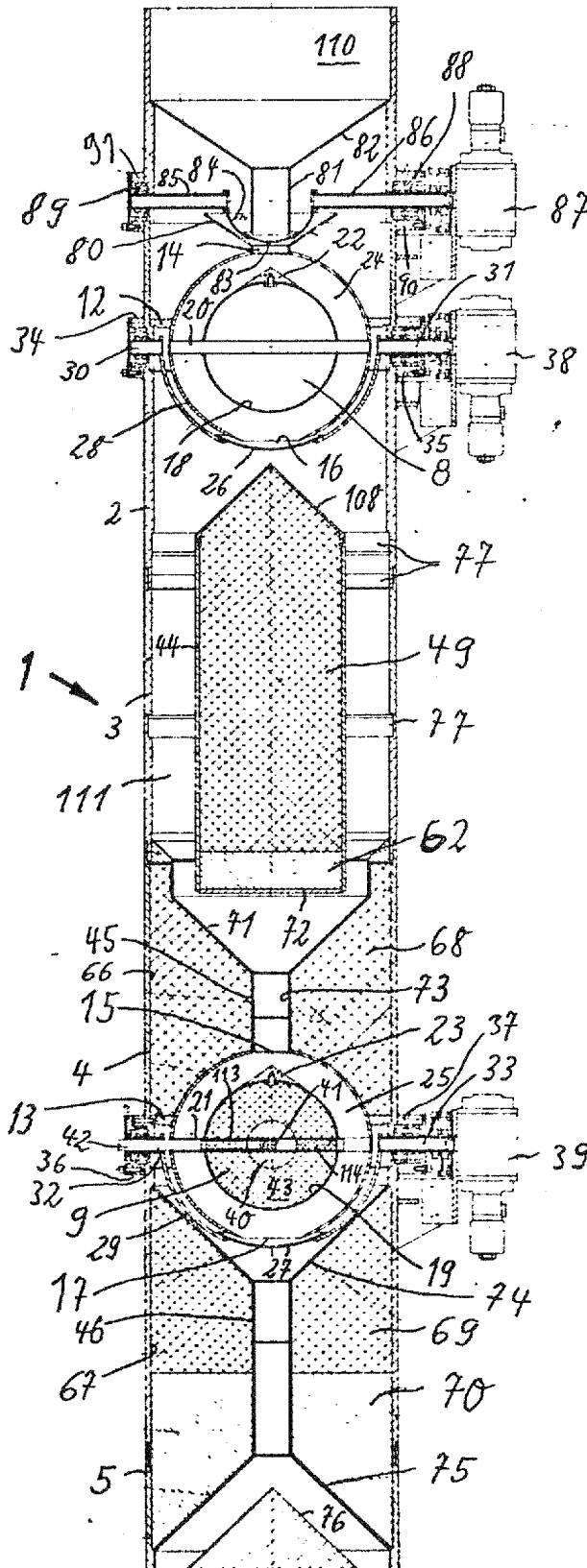
-11-

5. Einrichtung nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß die Abschirmungen im Rohr angeordnete Axialzylinder (44, 47 u. 48) mit den Klappen (26 u. 27) zugewandter Spitze (108 u. 76) und daran anschließenden Zylindern (66 und 67) mit Mittelbohrungen (45 bzw. 71, 73 und 46, 74, 75) sind, deren Austrittsenden den Axialzylindern (44 und 47) gegenüberstehen und zumindest z.T. trichterförmig ausgebildet sind.
6. Einrichtung nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß die Klappen (26, 27 und 100) Kugelboden-segmente sind, die über Drehachsen (30 bis 33 und 102 und 103) von außerhalb des Rohres (2 bis 7) schwenkbar sind und Öffnungen (16, 17 und 99) an den tiefsten Stellen der Dosier-, Bestrahlungs- und Meßhohlkugel (8, 9 und 10) verschließen.
7. Einrichtung nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß die Dosier- und die Bestrahlungshohlkugel (8 und 9) eine zentral angeordnete Innenkugel (18, 19) aufweisen, wobei die Innenkugel (19) der Bestrahlungshohlkugel (9) die Bestrahlungsquelle (41) und eine weitere Abschirmung (40, 43, 113 und 114) aufnimmt.
8. Einrichtung nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßhohlkugel (10) nur am unteren Teil (94) kugelförmig ausgebildet ist.
9. Einrichtung nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß auf den höchsten Stellen der Innenkugeln (18, 19) Kegel (22, 23) angeordnet sind.
10. Einrichtung nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß über der oberen Öffnung (14) der Dosierhohlkugel (8) ein Einfülltrichter (81, 82) befestigt ist, dessen Trichterhals (81) mittels der Klappe (83) verschließbar ist.

11. Einrichtung nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß die innere Kugel (19) der Bestrahlungshohlkugel (9) mit einem Hohlachsenrohr (21) gehalten ist, wobei in dem Innenraum des Hohlachsenrohres (21) die Bestrahlungsquelle (41) beweglich angeordnet ist.
12. Einrichtung nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß das Rohr (2 bis 7) in einem Gestell (109) gehalten und von einer äußeren Abschirmung umgeben ist.

13
Leerseite

Fig. 1 X



609842/0847

